

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica Papaya L.*) DALAM  
MENGHAMBAT LAJU KOROSI KAWAT ORTODONSI BERBAHAN  
*STAINLESS STEEL***

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
mencapai gelar sarjana Kedokteran Gigi*

**LISA**

**J 111 12 261**



**BAGIAN ORTODONSI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2015**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica Papaya L.*) DALAM  
MENGHAMBAT LAJU KOROSI KAWAT ORTODONSI BERBAHAN  
*STAINLESS STEEL***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin**

**Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat**

**Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**

**Oleh :**

**LISA**

**J 111 12 261**

**BAGIAN ORTODONSI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**MAKASSAR**

**2015**

## LEMBARAN PENGESAHAN

Judul : Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) dalam  
Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless Steel*

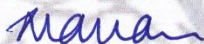
Oleh : Lisa / J111 12 261

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 1 Juni 2015

Oleh :

Pembimbing



Prof. drg. H. Mansjur Natsir, Ph. D

NIP. 19540625 198403 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanuddin



Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes., Sp. Pros

NIP. 19640814 199103 1 002

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lisa

Nim : J111 12 261

Adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar yang telah melakukan penelitian dengan judul EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*CARICA PAPAYA L.*) DALAM MENGHAMBAT LAJU KOROSI KAWAT ORTODONSI BERBAHAN *STAINLESS STEEL* dalam rangka menyelesaikan studi Program Pendidikan Strata Satu.

Dengan ini menyatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Makassar, 11 Juni 2015

LISA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya dalam Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless Steel*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak akan terwujud tanpa adanya perhatian, dorongan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Prof. drg. H. Mansjur Natsir, Ph.D** selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, petunjuk, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat berjalan dengan benar.
2. **Dr. drg. Bahruddin Thalib, M. Kes., Sp. Pros.** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk menimba ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
3. **Prof. Dr. drg. Sherly Horax, MS** selaku penasehat akademik yang telah membimbing penulis hingga saat ini.

4. **Prof. Abd. Wahid Wahab** selaku dosen kimia yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
5. Kedua orang tua tercinta, Papa **Thio Koang Sin** dan Mama **Mei Ling** serta seluruh keluarga besar yang selalu setia mendoakan penulis.
6. Teman-teman terdekat, **Elsye, Ribka, Lestari**, dan **Gaby** yang sudah banyak membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman di Statistika, **Agnes, Yunita, Irianti, Niluh**, dan **Imelda** yang sudah banyak membantu dan memberi dukungan kepada penulis.
8. Kak **Yani**, yang telah membantu mengajarkan penulis dalam menggunakan alat untuk pengukuran dalam skripsi ini.
9. Kak **Tommy Dharmaji**, yang telah membantu dalam pengolahan data penelitian skripsi ini.
10. Teman-teman skripsi bagian **Ortodonsi (Reagen, Clara, Fransiske, Adrian, Gunawan, Fanissa, Riska, Tami)** atas bantuan dan dukungan selama ini.
11. Teman-teman **Mastikasi 2012** atas dukungan, persaudaraan, dan persahabatan yang ditawarkan selama ini kepada penulis.
12. Seluruh dosen, staf akademik, staf tata usaha, dan staf perpustakaan FKG Unhas yang telah banyak membantu penulis.

Tiada imbalan yang dapat penulis berikan selain mendoakan semua pihak yang telah membantu penulis agar selalu dalam perlindungan Tuhan Yang Maha Esa. Akhirnya dengan segenap kerendahan hati, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan

menjadi berkat bagi kita semua. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu kedokteran gigi ke depannya.

Makassar, 11 Juni 2015

Penulis

## ABSTRAK

**Latar belakang:** Peralatan ortodonti yang terpapar agen fisik dan kimia di dalam lingkungan mulut berpotensi menyebabkan korosi. Jenis kawat ortodonti yang lebih mudah terjadi korosi adalah kawat berbahan *stainless steel*. Korosi akan terjadi terus-menerus di dalam mulut karena pelepasan ion dengan abrasi oleh makanan, cairan atau minuman, dan sikat gigi. Terjadinya korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi dapat dikurangi. Salah satu cara untuk mengurangi korosi adalah dengan menggunakan inhibitor organik. Inhibitor organik harus mengandung zat antioksidan yang salah satunya terdapat dalam daun pepaya. **Tujuan:** Untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonti berbahan *stainless steel*. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *posttest with control group* design dan menggunakan kawat ortodonti berbahan *stainless steel* dengan jumlah sampel sebesar 24 dengan panjang kawat sebesar 6.5 cm dan diameter 0.41 mm. Sampel ini dibagi menjadi 4 kelompok dengan medium berupa saliva buatan, yaitu 1 kelompok tanpa perlakuan dan 3 kelompok dengan konsentrasi ekstrak daun pepaya masing-masing 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm. Pengukuran laju korosi dilakukan dengan menggunakan alat potensiostat dan hasil olah data diolah data selanjutnya menggunakan SPSS versi 18 serta menggunakan uji analisis ANOVA dengan nilai signifikan 0.05. **Hasil:** Laju korosi tertinggi terjadi pada kelompok tanpa perlakuan, sedangkan laju korosi dengan perlakuan mengalami penurunan. Pada sampel dengan penambahan ekstrak daun pepaya terlihat perubahan yang signifikan dalam penurunan laju korosi terutama pada konsentrasi 600 ppm dan 1000 ppm. **Kesimpulan:** Ekstrak daun pepaya memiliki pengaruh dalam menghambat laju korosi kawat ortodonti berbahan *stainless steel*.

**Kata kunci:** daun pepaya, kawat ortodonti, korosi, laju korosi, potensiostat



## ABSTRACT

**Background:** Orthodontic appliances are exposed to physical and chemical agents in the oral environment potentially causing corrosion. Types of orthodontic wire easier corrosion is made from stainless steel wire. Corrosion will occur constantly in the mouth due to ion release by abrasion by food, fluids or beverages, and a toothbrush. The occurrence of corrosion can not be avoided, but the rate of corrosion can be reduced. One way to reduce corrosion is to use an organic inhibitor. Organic inhibitors should contain antioxidants that one of them contained in papaya leaves. **Purpose:** To determine the effectiveness of papaya leaves extract in inhibiting the corrosion rate of orthodontic wires made from stainless steel. **Methods:** This research is an experimental research laboratory to study design with posttest control group design and using orthodontic wires made from stainless steel with a sample size of 24 with a wire length of 6.5 cm and a diameter of 0.41 mm. These samples were divided into 4 groups with a medium such as artificial saliva, one group without treatment and three groups with papaya leaves extract concentration of 200 ppm, 600 ppm and 1000 ppm. Corrosion rate measurements carried out by using a potentiostat and the results of further data is processed using SPSS version 18 and using ANOVA analysis test with a significant value 0.05. **Result:** The highest corrosion rate occurred in the group with no treatment, while the corrosion rate decreased with treatment. In the sample with the addition of papaya leaves extract seen a significant change in the decline in the rate of corrosion, especially at a concentration of 600 ppm and 1000 ppm. **Conclusion:** Papaya leaves extract has effect in inhibiting the corrosion rate of orthodontic wires made from stainless steel.

**Keyword:** papaya leaves, orthodontic archwire, corrosion, corrosion rate, artificial saliva, potentiostat

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL... ..	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1    PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesa Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Daun Pepaya ( <i>Carica papaya</i> L.) .....	4
2.1.1 Taksonomi.....	5

2.1.2	Kandungan Kimia Pepaya.....	6
2.2	Kawat Ortodonsi.....	6
2.3	Jenis-jenis Kawat Ortodonsi.....	7
2.3.1	Emas ( <i>gold</i> ).....	8
2.3.2	<i>Stainless steel</i> .....	8
2.3.3	Kromium-kobalt .....	9
2.3.4	Nikel titanium .....	10
2.3.5	Beta titanium.....	10
2.3.6	Alfa titanium .....	11
2.3.7	Paduan titanium niobium .....	11
2.3.8	Kawat <i>multi-stranded</i> .....	11
2.4	Korosi.....	12
2.5	Jenis-jenis Korosi.....	13
2.5.1	Korosi umum / <i>uniform attack</i> .....	13
2.5.2	Korosi celah / <i>pitting</i> .....	14
2.5.3	Korosi <i>crevice</i> .....	14
2.5.4	Korosi intergranular.....	14
2.5.1	Korosi <i>fatigue</i> .....	15
BAB 3	KERANGKA KONSEP.....	16
BAB 4	METODE PENELITIAN.....	17
4.1	Jenis Penelitian .....	17
4.2	Desain Penelitian.....	17

4.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
4.3.1	Tempat Penelitian.....	17
4.3.2	Waktu Penelitian.....	17
4.4	Variabel Penelitian.....	17
4.4.1	Menurut Fungsinya .....	17
4.4.2	Menurut Skala Pengukurannya .....	18
4.5	Definisi Operasional .....	18
4.6	Subyek Penelitian .....	18
4.7	Besar Sampel Penelitian .....	19
4.8	Alat dan Bahan .....	19
4.8.1	Alat.....	19
4.8.2	Bahan.....	20
4.9	Prosedur Penelitian .....	20
4.9.1	Pembuatan ekstrak daun pepaya.....	20
4.9.2	Pembuatan saliva buatan.....	21
4.9.3	Preparasi kawat ortodonsi.....	21
4.9.4	Pengukuran laju korosi.....	21
4.9.5	Perhitungan efektivitas inhibitor.....	23
4.8	Alat Ukur dan Pengukuran .....	23
4.9	Analisis Data .....	24
BAB 5	HASIL PENELITIAN.....	25
BAB 6	PEMBAHASAN.....	29

BAB 7	PENUTUP.....	32
	7.1 KESIMPULAN.....	32
	7.2 SARAN.....	33
	DAFTAR PUSTAKA.....	34
	LAMPIRAN.....	36

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Daun pepaya.....	4
<b>Gambar 2.2</b>	Bagian-bagian tanaman pepaya.....	5

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b>	Perbedaan rata-rata laju korosi kawat <i>stainless steel</i> (mpy) setelah perendaman larutan ekstrak daun pepaya 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol.....	26
<b>Tabel 2.</b>	Hasil uji beda lanjut rata-rata laju korosi kawat <i>stainless steel</i> (mpy) antara perendaman larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol.....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Surat pernyataan dari perpustakaan.....	38
<b>Lampiran 2</b>	Surat penugasan.....	39
<b>Lampiran 3</b>	Surat izin penelitian.....	40
<b>Lampiran 4</b>	Surat pembuatan saliva buatan.....	41
<b>Lampiran 5</b>	Surat keterangan pembuatan ekstrak.....	42
<b>Lampiran 6</b>	Surat keterangan penelitian di laboratorium terpadu.....	43
<b>Lampiran 7</b>	Penghitungan luas dan volume.....	44
<b>Lampiran 8</b>	Foto alat dan bahan penelitian.....	45
<b>Lampiran 9</b>	Data penelitian.....	51
<b>Lampiran 10</b>	Hasil olah data (SPSS) .....	53
<b>Lampiran 11</b>	Kartu monitoring pembimbingan skripsi.....	76



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam lingkungan mulut, peralatan ortodonsi yang terpapar agen fisik dan kimia berpotensi menyebabkan korosi logam. Korosi akan terjadi terus-menerus di dalam mulut karena pelepasan ion dengan abrasi oleh makanan, cairan atau minuman, dan sikat gigi. Peralatan ortodonsi mungkin menimbulkan korosi dari waktu ke waktu.<sup>1</sup>

Korosi dari kawat ortodonsi merupakan faktor penentu dari biokompatibilitas kawat tersebut. Sifat mekanik dan ketahanan korosi ditentukan oleh komposisi kimia dan teknologi pembuatan dari kawat tersebut. Memburuknya ketahanan terhadap korosi mengakibatkan dua konsekuensi. Yang pertama adalah hilangnya sifat fisik yang berperan penting dalam keberhasilan pengobatan secara klinis. Yang kedua adalah terjadinya pelepasan ion nikel yang merupakan salah satu bahan dasar dari kawat ortodonsi yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi alergi dan bersifat toksik.<sup>2</sup>

Terjadinya korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi ini dapat dikurangi. Pengurangan laju dari proses korosi dapat dilakukan dengan proteksi katodik, proteksi anodik, pelapisan (*coating*), dan penambahan inhibitor. Inhibitor korosi terdiri dari inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor anorganik antara lain arsenat, kromat, silikat, dan fosfat yang merupakan jenis bahan kimia yang mahal,

berbahaya, dan tidak ramah lingkungan, sehingga akan memberi efek buruk bila berinteraksi langsung dengan tubuh manusia. Oleh karena itu, saat ini sedang dikembangkan penggunaan bahan organik yang lebih alami untuk dijadikan bahan inhibitor korosi yang lebih aman dan biokompatibel dengan tubuh.<sup>3</sup>

Menurut hasil penelitian Asdim<sup>4</sup>, telah didapatkan bahwa senyawa antioksidan dalam ekstrak kulit buah manggis dapat menginhibisi reaksi korosi baja *stainless steel* dalam larutan garam. Kandungan zat antioksidan, seperti polifenol, tanin, alkaloid, saponin, minyak atsiri, dan asam amino yang memiliki banyak unsur N, O, P, S yang dapat membentuk senyawa kompleks yang mampu menghambat korosi logam.<sup>5</sup>

Salah satu bahan alam yang banyak mengandung zat antioksidan dan berpotensi sebagai inhibitor korosi adalah daun pepaya (*Carica papaya L.*).<sup>5</sup> Selain itu, daun pepaya mudah didapatkan, harganya murah, dan ramah lingkungan.

Peneliti memilih kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hera dan Johnson<sup>6</sup>, didapatkan bahwa *stainless steel* lebih mudah terjadi korosi dibandingkan kawat ortodonsi berbahan nikel titanium. Oleh karena itu, untuk mengurangi terjadinya korosi yang lebih besar dari kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* maka dilakukan penelitian mengenai efektivitas dari daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu :

Bagaimana efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*.

## **1.4 Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka hipotesis penelitian yang dapat disusun adalah ada efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan pustaka ilmiah dan pengetahuan.
2. Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dalam memberikan pengetahuan dan wawasan yang lebih dalam dalam bidang ortodonsi mengenai korosi kawat ortodonsi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Daun Pepaya (*Carica papaya L.*)**

Pepaya (*Carica papaya L.*) adalah tanaman herbal besar dengan batang tunggal yang tegak dan ketinggiannya dapat mencapai hingga 9 m. Batang pepaya berongga, beruas-ruas, dan semi kayu. Ruas-ruas batang merupakan tempat melekatnya tangkai daun yang panjang, berbentuk bulat, dan berlubang. Daun pepaya bertulang menjari (*palminervus*) dengan warna permukaan atas hijau tua, sedangkan warna permukaan bagian bawah hijau muda.<sup>7-8</sup>



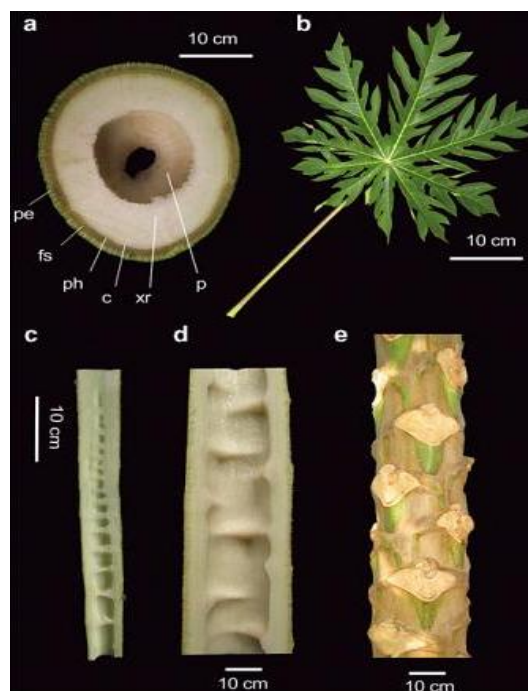
**Gambar 2.1 Daun pepaya**

(Sumber: Paull RE, Duarte D. Tropical fruit 2<sup>nd</sup> ed. vol. 1. California: Cabi Publishing; 2011. p. 291)

### 2.1.1 Taksonomi

Kedudukan tanaman daun pepaya secara botanis dapat dilihat pada sistemika berikut ini<sup>7-9</sup>:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiosperma
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Famili	: Caricaceae
Genus	: Carica
Species	: <i>Carica papaya</i> Linn



**Gambar 2.2 Bagian-bagian tanaman pepaya**

(Sumber: Jimenez VM, Mora-Newcomer E, Guatierrez-Soto MV. Biology of the papaya. In: Ming R, Moore PH. Genetics and genomics of papaya. New York: Springer; 2014. p. 18)

### 2.1.2 Kandungan Kimia Pepaya

Daun pepaya (*Carica papaya* L.) mengandung enzim papain, alkaloid karpainin, karpain, pseudokarpain, vitamin C dan E, kolin, glikosid, saponin, tanin dan karposid. Daun pepaya juga mengandung mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, tembaga, zat besi, zink, dan mangan. Buah pepaya mengandung  $\beta$ -karoten, pectin, d-galaktosa, l-arabinosa, papain, dan papayotimin papain. Biji mengandung glukosida karkirin dan karpain. Getah pepaya mengandung papain, kemokapain, lisosim, lipase, glutamin, dan siklotransferase.<sup>8-10</sup>

### 2.2 Kawat Ortodonsi

Kawat ortodonsi (*arch wires*) adalah salah satu komponen aktif dari alat ortodonsi cekat. Kawat ortodonsi dapat memberikan berbagai macam pergerakan gigi melalui braket dan *buccal tubes* yang melekat pada gigi.<sup>11-12</sup>

Pada awalnya kawat ortodonsi terbuat dari emas murni, karena biaya yang tinggi dan tidak efisiensi secara mekanis maka penggunaan kawat ortodonsi berganti dari emas murni menjadi *stainlees steel*. Di tahun 70-an dan 80-an sejumlah kawat ortodonsi berbahan titanium mulai diperkenalkan. Kawat ini memiliki sifat elastis yang bagus.<sup>11</sup>

Karakteristik kawat ortodonsi yang diinginkan untuk kinerja yang optimal selama perawatan ortodonsi berupa:<sup>12</sup>

1. Elastisitas yang besar
2. Kekakuan rendah
3. Kelenturan yang baik

4. Energi yang tersimpan tinggi
5. Gesekan permukaan rendah
6. Biokompatibilitas dan stabilitas lingkungan baik

Berdasarkan bahan dasarnya, kawat ortodonsi dapat dibagi menjadi beberapa tipe antara lain:<sup>11-13</sup>

1. Emas (*gold*)
2. *Stainless steel*
3. Kromium-kobalt
4. Nikel-titanium
5. Beta titanium
6. Alfa titanium
7. Paduan titanium niobium
8. Kawat *multi-stranded*
9. Kawat komposit
10. Kawat *optiflex*

Kawat memiliki kegunaan yang berbeda selama perawatan ortodontik berdasarkan sifat fisiknya.<sup>13</sup>

### **2.3 Jenis-jenis Kawat Ortodonsi**

Jenis-jenis kawat ortodonsi dapat dibedakan menjadi beberapa tipe sebagai berikut:

### 2.3.1 Emas (*gold*)

Sebelum tahun 1940, emas secara luas digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan kawat ortodonsi. Biaya yang tinggi menyebabkan emas murni tidak digunakan lagi sehingga digantikan dengan paduan emas yang terdiri dari campuran tembaga, perak, platinum, paladium, nikel, dan sedikit emas. Pemberian tembaga untuk menambah kekerasan dari kawat ortodonsi. Perak ditambahkan untuk mengurangi warna dari tembaga. Paladium dan platinum meningkatkan titik leleh. Nikel meningkatkan kekuatan dan ketahanan karat. Komposisi paduan ini terdiri dari 15 – 65% emas, 11 – 18% tembaga, 10 – 25% perak, 5 – 10% paladium, 1 – 2% nikel, dan zink.<sup>11-12</sup>

Kelebihan dari jenis kawat ortodonsi ini adalah mudah dibentuk, kekuatan dapat ditingkatkan dengan perlakuan panas serta dingin, modulus elastisitas rendah, stabilitas lingkungan baik, biokompatibilitas bagus. Kekurangan dari jenis kawat ortodonsi ini adalah kelenturan kurang, elastisitas rendah, serta biaya tinggi.<sup>11-12</sup>

### 2.3.2 *Stainless steel*

Diperkenalkan pada tahun 1929 oleh Wilkinson. Kekakuan dan ketahanannya sangat penting. *Stainless steel* berasal dari penambahan kromium pada besi. Umumnya bentuk austenitik digunakan dalam ortodonsi. *Stainless steel* austenitik kadang-kadang disebut sebagai 18/8 *stainless steel* yang digunakan untuk membuat kawat ortodonsi. Kawat ortodonsi dari *stainless steel* menunjukkan kekuatan yang memadai, ketahanan baik, mudah dibentuk, dan elastisitasnya baik. Selain itu, kawat jenis ini biokompatibel dan ekonomis.<sup>11-12</sup>



Penggunaan bentuk kawat *stainless steel* yang bulat atau persegi panjang bergantung pada teknik pengerjaan, tahap perawatan, dan kekakuan yang diperlukan. Komposisi kawat jenis ini terdiri dari 71% besi, 18% kromium, 8% nikel, dan kurang lebih 0,2% karbon. Kelebihan jenis kawat ini adalah kekakuan tinggi, ketahanan tinggi, mudah dibentuk, stabilitas lingkungan baik, elastisitas yang adekuat, biokompatibel, dan ekonomis. Kekurangannya antara lain elastisitas kurang dibandingkan dengan paduan nikel-titanium, modulus elastisitas tinggi, aktivasi lebih sering dilakukan untuk mempertahankan tingkat kekuatan yang sama, serta pemanasan dengan suhu 400 – 900 derajat menyebabkan pelepasan nikel dan kromium sehingga mengurangi ketahanan terhadap korosi.<sup>12</sup>

### **2.3.3 Kromium-kobalt**

Paduan kromium-kobalt tersedia secara komersial yang dikenal sebagai *Elgiloy*. Kawat ini memiliki elastisitas yang baik, mudah dibentuk, dan biokompatibel. Kawat jenis ini memiliki sifat yang mirip dengan *stainless steel* tetapi bentuknya lebih halus, lebih mudah dibentuk, dan kemudian dapat dikeraskan dengan perlakuan panas. Proses ini akan meningkatkan kekuatan kawat secara signifikan. Komposisinya terdiri dari 40% kobalt, 20% kromium, 15% nikel, 15,4% besi, 7% molibdenum, 2% mangan, 0,4% berilium, 0,05 logam lain.<sup>11-12</sup>

Kelebihan kawat ortodonsi jenis ini adalah ketahanan terhadap korosi sangat bagus, lebih tahan terhadap distorsi, mudah dibentuk, secara fungsional tetap aktif untuk durasi yang lebih lama. Kekurangan kawat jenis ini adalah harus dipanaskan, perlu disolder, modulus elastisitas tinggi sehingga menyebabkan kekuatan yang lebih tinggi dibutuhkan untuk aktivasi.<sup>12</sup>

#### 2.3.4 Nikel-titanium

Paduan ini dikembangkan pada tahun 1971, dan dipasarkan sebagai *Nitinol*. Nama *nitinol* adalah akronim yang berasal dari unsur-unsur yang terdiri dari paduan (*nickel titanium naval ordinance laboratory*). Kawat ini memiliki elastisitas yang sangat baik. Nitinol pada dasarnya terbagi menjadi nitinol termal dan nitinol elastis. Komposisi dari paduan nikel titanium adalah 55% nikel dan 45% titanium. Kawat ortodonti jenis ini memiliki modulus elastisitas yang sangat rendah dan fleksibilitas sangat tinggi, dan jangkauan kerja elastis luas. Kelebihan nitinol adalah kawat ini pada aktivasi menghasilkan gaya yang lebih rendah dan lebih konstan pada gigi. Kerugian nitinol adalah tidak dapat dibuat heliks atau loop dengan kawat ini dan kawat ini tidak dapat disolder atau dilas.<sup>11-13</sup>

#### 2.3.5 Beta titanium

Beta titanium diperkenalkan oleh Jon Goldberg dan C.J. Burstone. Kawat ortodonti ini tersedia dengan nama dagang, yaitu kawat TMA. Jenis ini dapat membuat heliks atau pun loop karena sifatnya yang sangat mudah dibentuk. Kelebihan tambahan dari kawat jenis ini adalah dapat dilas. Komposisi dari kawat ortodonti ini terdiri dari 79% titanium, 11% molibdenum, 6% zirkonium, 4% timah. Tidak adanya kandungan nikel membuat kawat ini dapat digunakan pada pasien alergi terhadap nikel.<sup>11-12</sup>

Kelebihan dari kawat ortodonti ini adalah elastisitasnya tinggi, sangat mudah dibentuk, modulus elastisitas rendah, tingkat defleksi beban rendah, kekakuan rendah, stabilitas lingkungan baik, serta ketahanan terhadap korosi sangat baik. Kekurangannya adalah gesekan lebih dari *stainless steel* dan paduan kromium-

kobalt. Gesekan dapat dikurangi dengan menggunakan metode implantasi ion oleh titanium oksida dan nitride yang didepositkan pada kawat untuk memberikan hasil yang lebih halus. Selain itu, kekurangan dari kawat jenis ini adalah menjadi rapuh pada pemanasan yang berlebih.<sup>12</sup>

#### **2.3.6 Alfa titanium**

Paduan ini terdiri dari kristal yang dibungkus membentuk kristal heksagonal. Struktur ini meningkatkan jumlah ikatan antara kristal yang membuat paduan lebih padat. Kawat paduan alfa titanium lebih kaku dibandingkan kawat nikel-titanium. Komposisinya terdiri dari 90% titanium, 6% aluminium, dan 4% vanadium.<sup>12</sup>

#### **2.3.7 Paduan titanium niobium**

Paduan ini diperkenalkan ke ortodontik pada awal tahun 1955 oleh Dr. Rohit Sachdeva. Kawat jenis ini memiliki kekakuan yang kurang dibandingkan dengan kawat TMA sehingga mudah dibentuk. Tingkat defleksinya sama dengan kawat TMA.<sup>12</sup>

#### **2.3.8 Kawat *multi-stranded***

Kawat jenis ini diklasifikasikan sesuai dengan penampangnya antara lain sebagai berikut<sup>12</sup>:

1. *Round*
2. *Rectangular*
3. Subklasifikasi berdasarkan jumlah komponen helaian kawat:
  - a. 3 helaian
  - b. 6 helaian
4. Subklasifikasi berdasarkan cara penggabungan komponen helaian kawat:

- a. Dikepang
- b. Memutar

## 2.4 Korosi

Korosi adalah degradasi atau penurunan mutu logam akibat reaksi kimia suatu logam dengan lingkungannya.<sup>14</sup> Proses korosi ini melibatkan dua reaksi simultan yakni oksidasi dan reduksi (redoks). Ketika spesimen logam murni (disebut elektroda) ditempatkan pada medium cairan (disebut elektrolit) yang tidak mengandung ion-ion spesimen, maka ion logam akan cenderung larut ke dalam medium dan permukaan logam yang hilang ionnya akan memulai proses redeposisi untuk mempertahankan sifat logam tersebut, transfer ion logam ke medium cairan disebut proses oksidasi (hilangnya elektron) dan redeposisi yang menyebabkan reduksi. Contoh dari reaksi oksidasi (anoda) pada logam di dalam asam menyebabkan disolusi logam sebagai ion elektron ( $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ ), sedangkan reaksi reduksi terjadi pada permukaan katoda yang akan mengambil elektron bebas yang diproduksi oleh anoda dengan pengurangan ion hidrogen menjadi gas hidrogen ( $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ). Proses ini terus berlanjut sampai logam tersebut habis, kecuali logam itu dapat membentuk lapisan permukaan protektif, atau sampai reaktan katoda habis.<sup>15-16</sup>

Rongga mulut merupakan lingkungan yang sangat ideal untuk terjadinya biodegradasi logam karena temperatur serta kualitas dan pH saliva yang dapat mempengaruhi kestabilan ion logam. Asam organik dari dekomposisi sisa makanan serta saliva yang mengandung sulfur juga sangat dapat mendorong terjadinya korosi.

Umumnya pasien yang mempunyai kebiasaan buruk bernapas melalui mulut, setiap 2 jam menarik napas menambah 1 kubik meter udara dengan potensial sulfur dioksida sebanyak kurang lebih 2,3 mg. Sehingga dapat dipastikan apabila pasien tersebut memakai kawat ortodonsi atau *bracket* logam *stainless steel*, maka korosi pasti akan terjadi. Hal ini diperberat bila disertai pemakaian pasta gigi yang mengandung *fluoride*, obat kumur, serta gel profilaksis yang bertujuan untuk mencegah karies karena ion fluoride dapat menyebabkan degradasi permukaan *stainless steel*.<sup>16-17</sup>

Lingkungan rongga mulut tidak hanya memberikan efek negatif pada kawat ortodonsi atau *bracket* logam, namun juga berimbas pada jaringan di sekitarnya. Selain mengakibatkan reaksi alergi, lepasnya ion logam berat juga dapat memberikan kontribusi memicu terjadinya nekrosis jaringan dan menyebabkan noda pada gigi. Komponen utama enamel gigi yakni hidroksiapatit, dapat menyebabkan pertukaran ion dan berikatan dengan ion logam yang dilepaskan, seperti  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Cr}^{3+}$  yang menyebabkan titik noda berwarna kehijauan pada enamel.<sup>16,18</sup>

## **2.5 Jenis-jenis Korosi**

Terdapat beberapa jenis proses korosi yang dapat terjadi pada braket logam terkait dengan waktu pemakaian dan lingkungan rongga mulut antara lain:

### **2.5.1 Korosi umum / *uniform attack***

*Uniform attack* adalah bentuk paling umum dari korosi yang mempengaruhi semua logam meskipun pada tingkat yang berbeda. Logam mengalami reaksi redoks

dengan lingkungan sekitarnya dan dapat tidak terdeteksi sampai terjadi pada sebagian besar logam.<sup>15</sup>

#### **2.5.2 Korosi celah / *pitting***

Korosi ini merupakan jenis yang sangat terlokalisir. Pada kondisi tertentu yang melibatkan konsentrasi klorida serta temperatur yang tinggi dan kondisi asam atau pH yang rendah pada lingkungannya, maka lapisan pelindung dari logam akan pecah dan terjadi kelarutan yang cepat dari logam di bawahnya yang membentuk celah. Tingkat kromium, molibdenum, dan nitrogen yang tinggi dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi celah. Korosi celah ini dianggap serius karena apabila satu celah telah terbentuk maka ada kecenderungan yang kuat untuk berkembang bahkan pada bagian logam yang belum tersentuh korosi sekalipun.<sup>15,19,20</sup>

#### **2.5.3 Korosi *crevice***

Korosi ini dapat terbentuk pada permukaan kawat atau pun braket ortodonti karena permukaannya belum tentu halus secara sempurna. Korosi *crevice* juga dapat terjadi pada alat ortodonti lepasan. Ketika kawat atau komponen skrup ekspansi yang tertanam di dalam akrilik terlihat berwarna kecoklatan akibat adanya bakteri dan lapisan biofilm antara akrilik dan logam sehingga terjadi korosi *crevice* pada logam tersebut.<sup>15</sup>

#### **2.5.4 Korosi intergranular**

Korosi yang terjadi secara cepat dan terlokalisir, ketika logam berada pada kisaran tertentu (350°C – 380°C) atau ketika logam dipanaskan ke temperatur yang lebih tinggi kemudian dingin secara perlahan (seperti yang terjadi pada proses *welding* atau pendinginan setelah *anneal*), kromium dan karbon pada logam

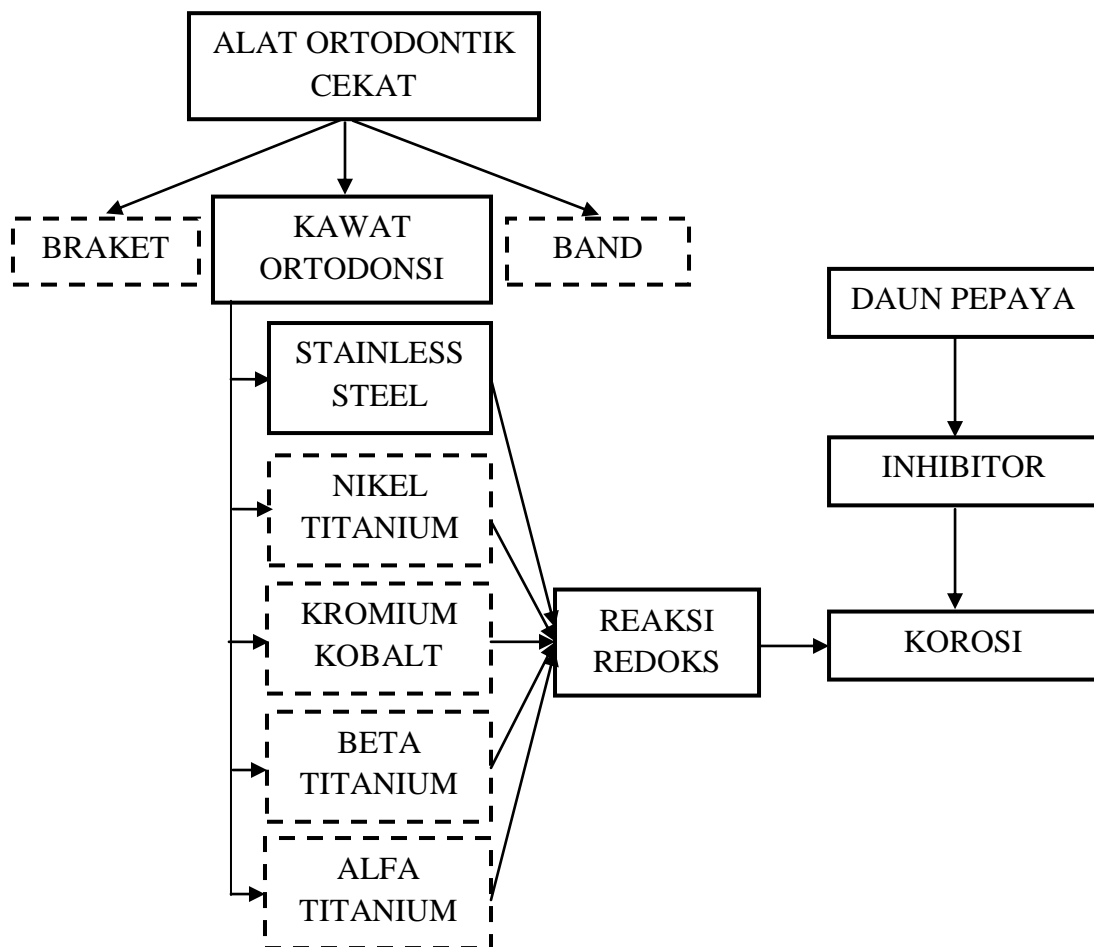
bergabung membentuk endapan partikel *chromium carbide* yang akan mengurangi kandungan kromium pada logam sehingga tingkat ketahanan korosi akan berkurang. Salah satu metode untuk mengurangi korosi ini adalah dengan mengurangi kadar karbon (umumnya kurang dari 0,03%) pada logam.<sup>15,19,20</sup>

### **2.5.5 Korosi *fatigue***

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian alat ortodonsi adalah waktu pemakaian yang relatif lama yang kemungkinan dapat menyebabkan logam pada alat ortodonsi mengalami kecenderungan fraktur terutama apabila menerima gaya tekanan yang berulang. Proses korosi ini dipengaruhi oleh ekspos medium korosif seperti saliva dalam waktu yang lama dan adanya tekanan berulang yang menyebabkan kelelahan logam. Salah satu contoh tekanan yang berulang adalah seperti pada pemakaian *headgear* terutama pada bagian yang masuk ke dalam *buccal tube*.<sup>15,20</sup>

### BAB III

#### KERANGKA KONSEP



KETERANGAN :

: Variabel yang diteliti

: Variabel yang tidak diteliti



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium.

#### **4.2 Desain Penelitian**

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *posttest with control group design*.

#### **4.3 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **4.3.1 Tempat penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu Jurusan Kimia

##### **4.3.2 Waktu penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – Mei 2015

#### **4.4 Variabel Penelitian**

##### **4.4.1 Menurut fungsinya**

1. Variabel bebas : Ekstrak daun pepaya

2. Variabel akibat : Laju korosi
3. Variabel kendali :
  - a. Saliva buatan
  - b. Jenis kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*

#### **4.4.2 Menurut skala pengukurannya**

Penelitian ini menggunakan skala pengukuran numerik ratio.

#### **4.5 Definisi Operasional**

1. Ekstrak daun pepaya adalah penyaringan dari zat-zat aktif yang terdapat dalam daun pepaya yang kemudian dicampur dengan saliva buatan dan dibuat dalam beberapa kelompok dengan konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm.
2. Laju korosi adalah besarnya material dari kawat ortodonsi yang hilang tiap satuan waktu.
3. Efektivitas inhibitor adalah nilai dalam persen yang menunjukkan keefektivan dari inhibitor.

#### **4.6 Subyek Penelitian**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kawat ortodonsi dari bahan *stainless steel*.

#### **4.7 Besar Sampel Penelitian**

Pada penelitian ini jumlah sampel minimal diestimasi berdasarkan rumus Frederer sebagai berikut :

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

Keterangan :

r = jumlah sampel tiap kelompok perlakuan

t = banyaknya kelompok perlakuan

Dalam rumus ini akan digunakan  $t = 4$  karena menggunakan 4 kelompok perlakuan, maka jumlah sampel (n) minimal tiap kelompok ditentukan sebagai berikut:

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

$$(4-1) (r-1) \geq 15$$

$$r \geq 6$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 6 sampel per kelompok, karena jumlah kelompok adalah 4, maka jumlah sampel seluruhnya adalah 24 sampel.

#### **4.8 Alat dan Bahan**

##### **4.8.1 Alat**

1. Gelas kimia
2. Gelas kaca
3. Rotovapor

4. Potensiostat EDAQ

#### **4.8.2 Bahan**

1. Daun pepaya
2. Aluminium foil
3. Etanol 70%
4. Gabus
5. Saliva buatan
6. Kawat ortodonsi dari bahan *round stainless steel* merek Ortho Organizers
7. Aquades

#### **4.9 Prosedur Penelitian**

##### **4.9.1 Pembuatan ekstrak daun pepaya**

1. Proses mengekstrak diawali dengan menyediakan daun pepaya yang dicuci bersih kemudian diangin-anginkan selama 4 hari.
2. Daun pepaya yang setengah kering kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 50°C selama 1 hari.
3. Setelah itu daun pepaya kering dikeluarkan dari oven kemudian dihancurkan hingga daunnya menjadi bagian-bagian yang kecil.
4. Daun pepaya yang telah dihancurkan kemudian ditimbang yang hasilnya sebesar 100 gram kemudian dimasukkan ke dalam toples kaca.
5. Daun pepaya tersebut kemudian dimaserasi yang direndam dengan etanol 70% sebanyak 1 liter kemudian diaduk dan ditutup rapat dengan aluminium foil dan tutup toples.

6. Didiamkan selama 3 x 24 jam, tetapi tetap dilakukan pengadukan setiap harinya.
7. Setelah itu, lakukan pemisahan ampas dan filtrat dengan cara disaring, untuk memperoleh ekstrak cair daun pepaya.
8. Ekstrak cair tersebut kemudian dirotavapor untuk memisahkan ekstrak dari pelarutnya sehingga didapatkan ekstrak kentalnya.

#### **4.9.2 Pembuatan saliva buatan**

1. Saliva buatan yang dibuat berdasarkan komposisi dari saliva buatan Fusayama Meyer, yaitu<sup>21-23</sup>:
  - a. KCl : 0.4 g/L
  - b. NaCl : 0.4 g/L
  - c.  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 0.906 g/L
  - d.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 0.690 g/L
  - e.  $\text{NaS}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  : 0.005 g/L
  - f. Urea : 1 g/L
2. Saliva buatan ini dibuat sebanyak 2 liter dengan pH 6.5.<sup>23</sup>

#### **4.9.3 Preparasi kawat ortodonsi**

Kawat ortodonsi yang digunakan sebanyak 12 kawat *stainless steel* dengan diameter 0.41 mm yang kemudian dipreparasi dengan panjang 65 mm sehingga dihasilkan 24 sampel kawat dengan panjang yang sama.

#### **4.9.4 Pengukuran laju korosi**

1. Sebelum melakukan pengukuran laju korosi, terlebih dahulu dibuat pencampuran larutan saliva buatan dengan ekstrak daun pepaya masing-

masing sebanyak 500 mL dengan konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm.

2. Alat potensiostat dan laptop dinyalakan kemudian menghubungkan alat potensiostat dengan laptop melalui sambungan USB.
3. Larutan saliva buatan yang tanpa pencampuran ekstrak daun pepaya dituangkan ke dalam gelas kaca sebanyak 100 mL kemudian ditutup dengan gabus yang sebelumnya telah diberi tiga lubang sebagai tempat dari elektrode pendukung, elektrode pembanding, dan elektrode kerja.
4. Elektrode pendukung, yaitu elektrode Pt (platinum) dicelupkan ke dalam gelas dan kemudian dihubungkan dengan kabel port berwarna merah, elektrode pembanding, yaitu elektrode Ag/AgCl dicelupkan ke dalam gelas dan kemudian dihubungkan dengan kabel port berwarna kuning, dan elektrode kerja, yaitu kawat ortodonsi yang telah dipreparasi dicelupkan ke dalam gelas kemudian dihubungkan dengan kabel port berwarna hijau.
5. Perangkat lunak EChem v.2.1.2 dibuka kemudian mengatur *range* potensial yang akan digunakan serta kecepatan pengukuran yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini digunakan *range* potensial sebesar –600 mV sampai 600 mV dengan kecepatan pengukuran sebesar 25mV/s.
6. Pengukuran kemudian dimulai hingga selesai.
7. Langkah tersebut diulangi lagi untuk pengukuran laju korosi kawat ortodonsi dengan ekstrak pepaya 200 ppm, 600 ppm , dan 1000 ppm.
8. Hasil dari pengukuran dengan perangkat lunak ini kemudian dipindahkan ke dalam *Microsoft Excel* yang kemudian diolah dengan membuat grafik

Tafel sehingga didapatkan laju korosi dari kawat ortodonsi dengan menggunakan persamaan<sup>24</sup>:

$$R_{mpy} = \frac{0.13 I_{corr} E}{\rho}$$

di mana:

$R_{mpy}$  : laju korosi (*mili inch/year*)

$I_{corr}$  : densitas arus korosi ( $\mu A/cm^2$ )

$E$  : berat ekivalen material (*gr*)

$\rho$  : densitas material ( $gr/cm^3$ )

#### 4.9.5 Perhitungan efektivitas inhibitor

Besar nilai efektivitas inhibitor dapat diketahui dengan rumus penghitungan efektivitas inhibitor (EI%) sebagai berikut<sup>3</sup>:

$$\text{Efektivitas inhibitor (EI\%)} = \frac{X_a - X_b}{X_a} \times 100 \%$$

di mana:

$X_a$  = rata-rata laju korosi tanpa inhibitor

$X_b$  = rata-rata laju korosi dengan inhibitor

#### 4.10 Alat Ukur dan Pengukuran

Pengukuran laju korosi dilakukan dengan menggunakan alat Potensiostat Edaq yang mempunyai perangkat lunak EChem. Sampel dicelupkan dalam larutan ekstrak daun pepaya dan saliva buatan kemudian dilakukan pengukuran dengan alat potensiostat. Hasil pengujian ditunjukkan dalam satuan *mills per year* (mpy).

#### **4.11 Analisis Data**

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis uji ANOVA



## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN**

Telah dilakukan penelitian mengenai efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dan dilakukan di tiga tempat, yaitu Laboratorium Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin (Unhas) untuk pembuatan ekstrak daun pepaya, Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Unhas untuk pembuatan saliva buatan, dan Laboratorium Terpadu MIPA Unhas untuk pengukuran laju korosi. Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Mei 2015. Sampel merupakan kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* dan penentuan jumlah sampel didasarkan dengan rumus Federer, sehingga jumlah sampel secara keseluruhan berjumlah 24 sampel.

Sebanyak 24 sampel dibagi menjadi empat kelompok dengan jumlah yang seimbang, yaitu kelompok dengan saliva buatan tanpa perlakuan sebagai kontrol dan kelompok dengan saliva buatan dan penambahan ekstrak daun pepaya sebesar 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm. Kawat ortodonsi direndam ke dalam larutan sambil dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat potensiostat yang memiliki arus listrik dan dihubungkan dengan komputer sehingga akan muncul data potensial dan arus yang selanjutnya diolah ke dalam *Microsoft Excel 2007* untuk mencari laju korosi yang terjadi. Seluruh hasil penelitian selanjutnya dilakukan pengolahan dan

analisis data dengan menggunakan program SPSS versi 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Hasil penelitian ditampilkan dalam tabel distribusi sebagai berikut.

**Tabel 1.** Perbedaan rata-rata laju korosi kawat *stainless steel* (mpy) setelah perendaman larutan ekstrak daun pepaya 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol

Konsentrasi Ekstrak Daun Pepaya	n (%)	Laju Korosi Kawat <i>Stainless Steel</i> (mpy)	<i>Normality test</i>	<i>Comparison test</i>
		<i>Mean ± SD</i>	<i>p-value</i>	<i>p-value</i>
Kontrol	6 (25%)	$7.541 \times 10^{-6} \pm 0.222 \times 10^{-6}$	0.012	0.000**
Konsentrasi 200 ppm	6 (25%)	$6.121 \times 10^{-6} \pm 0.045 \times 10^{-6}$	0.015	
Konsentrasi 600 ppm	6 (25%)	$4.944 \times 10^{-6} \pm 0.125 \times 10^{-6}$	0.064*	
Konsentrasi 1000 ppm	6 (25%)	$4.118 \times 10^{-6} \pm 0.006 \times 10^{-6}$	0.328*	
Total	24 (100%)	$5.680 \times 10^{-6} \pm 1.321 \times 10^{-6}$		

\*Shapiro Wilk test:  $p > 0.05$ ; data distribution normal

\*\*Kruskal Wallis test:  $p < 0.05$ ; significant

Tabel 1 menunjukkan perbedaan rata-rata laju korosi kawat *stainless steel* (mpy) setelah perendaman larutan ekstrak daun pepaya 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan laju korosi kawat tertinggi ditemukan pada kelompok kontrol atau yang tidak diberi perlakuan mencapai  $7.541 \times 10^{-6}$  mpy, sedangkan laju korosi kawat *stainless steel* terendah ditemukan pada kelompok ekstrak daun pepaya konsentrasi 1000 ppm dengan laju korosi mencapai  $4.118 \times 10^{-6}$  mpy. Kelompok sampel yang direndam dengan larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm memiliki laju korosi kawat mencapai  $6.121 \times 10^{-6}$  mpy, sedangkan kelompok sampel dengan perendaman larutan konsentrasi 600 ppm lebih rendah dengan laju korosi hanya mencapai  $4.994 \times 10^{-6}$  mpy.

Tabel 1 juga memperlihatkan hasil uji normalitas untuk menentukan uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil uji normalitas Shapiro Wilk

menunjukkan  $p > 0.05$  hanya pada kelompok data konsentrasi 600 ppm dan 1000 ppm. Hal ini berarti bahwa hanya kelompok data konsentrasi 600 ppm dan 1000 ppm yang berdistribusi normal. Adapun, kelompok data konsentrasi 200 ppm dan kontrol menunjukkan nilai  $p < 0.05$ , yang berarti bahwa data tidak berdistribusi normal. Hal ini tidak memenuhi syarat uji parametrik yang mengharuskan seluruh data berdistribusi normal, dengan demikian uji non-parametrik digunakan dalam penelitian ini, yaitu Kruskal Wallis. Berdasarkan hasil uji statistik, Kruskal Wallis, ditemukan nilai  $p: 0.000$  ( $p < 0.05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju korosi kawat ortodonsi *stainless steel* yang signifikan antara perendaman larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol. Namun, untuk mengetahui perbandingan lebih jauh antara kelompok, maka dilakukan uji beda lanjut (*pos hoc test*).

**Tabel 2.** Hasil uji beda lanjut rata-rata laju korosi kawat *stainless steel* (mpy) antara perendaman larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol

Konsentrasi pepaya (i)	Perbandingan (j)	Selisih rata-rata (i-j)	<i>p-value</i>
Konsentrasi 200 ppm	Konsentrasi 600 ppm	1.1768 mpy	0.004*
	Konsentrasi 1000 ppm	2.0029 mpy	0.004*
	Kontrol	-1.4194 mpy	0.004*
Konsentrasi 600 ppm	Konsentrasi 1000 ppm	0.8260 mpy	0.004*
	Kontrol	-2.5963 mpy	0.004*
Konsentrasi 1000 ppm	Kontrol	-3.4222 mpy	0.004*

\**Pos Hoc Test: Mann Whitney test:  $p < 0.05$ : significant*

Tabel 2 menunjukkan hasil uji beda lanjut rata-rata laju korosi kawat stainless steel antara perendaman larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 1000 ppm, dan kontrol. Hasil penelitian memperlihatkan adanya perbedaan laju korosi mencapai 1.4194 mpy antara kelompok konsentrasi 200 ppm dan kontrol dengan nilai laju korosi kontrol lebih tinggi. Namun, bila dibandingkan dengan konsentrasi 1000 ppm, laju korosi konsentrasi 200 ppm lebih tinggi dengan selisih perbedaan mencapai 2.0029 mpy. Adapun, bila kelompok dengan perendaman konsentrasi 600 ppm dibandingkan dengan 1000 ppm, hanya terdapat selisih perbedaan 0.826 mpy, namun laju korosi konsentrasi 1000 ppm lebih kecil dibandingkan 600 ppm. Berdasarkan hasil uji beda lanjut, Mann Whitney, ditemukan bahwa perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan seluruh kelompok lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perendaman larutan ekstrak daun pepaya memiliki pengaruh dalam menghambat laju korosi. Selanjutnya, terlihat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi 200 ppm dengan konsentrasi 600 ppm dan 1000 ppm. Hal yang sama diperlihatkan pada perbedaan 600 ppm dengan 1000 ppm, walaupun dengan selisih perbedaan yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi larutan ekstrak daun pepaya yang terbaik adalah konsentrasi 1000 ppm

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

Perawatan ortodonsi telah menjadi salah satu perawatan gigi yang penting. Akan tetapi, kendala dalam perawatan ortodonsi adalah waktu perawatan yang relatif lama sehingga diperlukan komponen alat yang aman, nyaman, dan dapat bertahan dengan jangka waktu yang panjang di dalam mulut. Kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* merupakan salah satu jenis kawat yang sering digunakan dalam perawatan ortodonsi. Kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* ini lebih mudah terjadi korosi dibandingkan kawat ortodonsi berbahan nikel titanium. Oleh karena itu, untuk mengurangi terjadinya korosi yang lebih besar perlu dilakukan upaya untuk menghambat terjadinya laju korosi ini. Salah satu upaya yang perlu dilakukan, yaitu dengan menggunakan inhibitor alami. Dalam hal ini digunakan inhibitor alami dari ekstrak daun pepaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi suatu tambahan dalam ilmu pengetahuan yang kedepannya dapat berguna terutama dalam penggunaan obat kumur yang mengandung bahan alami.

Penelitian ini menggunakan 12 kawat ortodonsi berbahan *stainless steel* untuk rahang bawah yang kemudian dipreparasi sehingga menghasilkan 24 kawat yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini. Sampel terbagi menjadi 4 kelompok,

yaitu kelompok kontrol tanpa perlakuan, kelompok perlakuan dengan kandungan ekstrak daun pepaya 200 ppm, kelompok perlakuan dengan kandungan ekstrak daun pepaya 600 ppm, dan kelompok perlakuan dengan kandungan ekstrak daun pepaya 1000 ppm. Pengukuran laju korosi dari kawat ortodonsi ini dilakukan dengan menggunakan alat potensiostat.

Hasil penelitian pada penelitian ini menunjukkan laju korosi kawat tertinggi ditemukan pada kelompok kontrol atau yang tidak diberi perlakuan mencapai  $7.541 \times 10^{-6}$  mpy, sedangkan laju korosi kawat *stainless steel* terendah ditemukan pada kelompok ekstrak daun pepaya konsentrasi 1000 ppm dengan laju korosi mencapai  $4.118 \times 10^{-6}$  mpy. Kelompok sampel yang direndam dengan larutan ekstrak daun pepaya konsentrasi 200 ppm memiliki laju korosi kawat mencapai  $6.121 \times 10^{-6}$  mpy, sedangkan kelompok sampel dengan perendaman larutan konsentrasi 600 ppm lebih rendah dengan laju korosi hanya mencapai  $4.994 \times 10^{-6}$  mpy. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perendaman larutan ekstrak daun pepaya memiliki pengaruh dalam menghambat laju korosi. Selanjutnya, terlihat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi 200 ppm dengan konsentrasi 600 ppm dan 1000 ppm. Hal yang sama diperlihatkan pada perbedaan 600 ppm dengan 1000 ppm, walaupun dengan selisih perbedaan yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi larutan ekstrak daun pepaya yang terbaik adalah konsentrasi 1000 ppm.

Pemberian inhibitor dapat mengurangi laju korosi dan dapat menaikkan nilai inhibisi. Kemampuannya untuk menginhibisi diukur dari efisiensinya. Nilai efisiensi bergantung kepada konsentrasi inhibitor yang digunakan. Semakin besar konsentrasi inhibitor yang digunakan maka akan semakin besar pula efisiensi yang didapatkan.

Menurut Siagian<sup>25</sup>, semakin tinggi konsentrasi inhibitor, bagian logam yang tertutupi oleh senyawa aktif dari bahan inhibitor korosi semakin meningkat karena senyawa kompleks yang terbentuk juga semakin meningkat dan akan lebih efektif dalam membentuk lapisan pasif pada permukaan logam sehingga nilai efektivitas semakin tinggi. Lapisan pasif tersebut berfungsi sebagai pengontrol laju korosi dengan cara menjadi pemisah antara logam dengan lingkungan, tanpa bereaksi ataupun menghilangkan ion-ion agresif yang ada dalam lingkungan tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hussin dan Kassim<sup>26</sup>, menunjukkan pada penambahan konsentrasi yang tepat maka inhibitor akan semakin efektif dalam menghambat korosi, namun apabila konsentrasi inhibitor korosi yang ditambahkan terlalu besar maka akan menyebabkan tertariknya kembali molekul inhibitor di permukaan logam ke dalam lingkungan larutannya. Melemahnya interaksi logam dan inhibitor akan menyebabkan molekul inhibitor pada permukaan logam digantikan oleh molekul air atau ion lain dari lingkungan yang akan menurunkan efek pelindung dari inhibitor korosi.

Pada penelitian ini pemakaian inhibitor korosi 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm masih merupakan konsentrasi optimum yang dapat menurunkan nilai laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*. Akan tetapi, penggunaan dengan konsentrasi sebesar 600 ppm menunjukkan perubahan laju korosi yang sangat besar dan pada penelitian ini hasil penurunan laju korosi terbaik didapatkan pada konsentrasi 1000 ppm.

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **7.1 Kesimpulan**

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya efektivitas dari ekstrak daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*. Kelompok dengan perlakuan konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, dan 1000 ppm menunjukkan adanya perubahan dalam menghambat laju korosi kawat. Perubahan yang paling besar dalam menghambat laju korosi terjadi pada kelompok dengan perlakuan konsentrasi sebesar 600 ppm dan 1000 ppm. Walaupun selisih perbedaan dalam menghambat laju korosi antara kelompok 600 ppm dengan 1000 ppm lebih kecil dibandingkan dengan selisih antara kelompok 200 ppm dan 600 ppm, tetapi kelompok dengan ekstrak daun pepaya konsentrasi 1000 ppm menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat laju korosi kawat.

Penelitian ini dapat memberikan informasi bagi ortodontis dan masyarakat mengenai manfaat dari daun pepaya dalam menghambat laju korosi kawat ortodonsi maupun alat-alat ortodonsi yang terbuat dari logam sehingga kelak dapat menjadi suatu pertimbangan dalam merawat alat-alat ortodonsi di dalam rongga mulut.



## 7.2 Saran

Setelah penelitian ini dilakukan peneliti mengharapkan beberapa hal, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi konsentrasi yang lebih banyak untuk mengetahui konsentrasi paling optimum yang dapat menghambat laju korosi pada kawat ortodonsi berbahan *stainless steel*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengukuran laju korosi dengan penggunaan metode potensiostat dibandingkan dengan metode perendaman.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji laju korosi alat-alat ortodonsi yang mengandung logam lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Huang TH, Ding SJ, Min Y, Kao CT. Metal ion release from new and recycled stainless steel bracket. *European Journal of Orthodontics* 2004; 26(2) : 171.
2. Ziebowics A, Walke W, Barucha-Kepka A, Kiel M. Corrosion behavior of metallic biomaterials used as orthodontic wires. *Journal AMME* 2008; 27(2) : 151 – 2.
3. Machfudzah PA, Amin MN, Putri LSD. Efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh sebagai bahan inhibitor korosi pada kawat ortodonsi berbahan dasar nikel-titanium. Artikel ilmiah hasil penelitian mahasiswa 2014.
4. Asdim. Penentuan efisiensi inhibisi ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) pada reaksi korosi baja dalam larutan asam. *Jurnal Gradien* 2007; 3(2) : 273 – 6.
5. Pokorny J. Antioxidants in food preservation. In : Rahman MS. *Handbook of food preservation* 2<sup>nd</sup> ed. United States of America: CRC Press; 2007. pp. 260 – 1, 264.
6. Hera K, Johnson JW. Corrosion of stainless steel, nickel-titanium, coated nickel-titanium, and titanium orthodontic wires. *Angle Orthod* 1999; 69(1) : 39 – 44.
7. Janick J, Paull RE. *The encyclopedia of fruit and nuts*. United States of America: Cabi Publishing; 2008. p. 238.
8. Jimenez VM, Mora-Newcomer E, Gutierrez-Soto MV. Biology of the papaya plant. In : Ming R, Moore PH. *Genetics and genomics of papaya*. New York: Springer; 2014. pp. 17 – 9, 22 - 35.
9. Paull RE, Duarte O. *Tropical fruits* 2<sup>nd</sup> ed. vol. 1. California : Cabi Publishing; 2011. pp. 291, 325.
10. Millind P, Guardita. Basketful benefits of papaya. *IRJP* 2011; 2(7) : 6 – 12.
11. Iyyer BS. *Orthodontics : the art and science*. New Delhi: Arya (Medi) Publishing House; 2004. pp. 313 – 15.
12. Singh G. *Textbook of orthodontics* 2<sup>nd</sup> ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2007. pp. 325 – 36.

13. Staley RN, Reske NT. Essentials of orthodontics: diagnosis and treatment. Oxford: Willey-Blackwell; 2011. pp. 317 – 20.
14. House K, Sernetz F, Dymock D, Sandy JR, Ireland AJ. Corrosion of orthodontic appliances – should we care?. Am J Orthod Dentofasial Orthop 2008; 133(4): 584 – 92.
15. Eliades T, Athanasial. In vivo aging of orthodontic alloy : implication for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. Angle Orthod 2002; 72 : 222 – 37.
16. Eliades G, Eliades T, Brantley WA, Watts DC. Dental material in vivo : aging and related phenomena, Quinstessence Pub; 2003 : 144 – 6.
17. Lee HT et al. Corrosion resistance of different nickel-titanium archwire in acidic fluoride – containing artificial saliva. Angle Orthod 2010; 80 : 547-53.
18. Kocadereli I, Atac A, Kale S, Ozer D. Salivary nickel & chromium in patients with fixed orthodontic appliances. Angle Orthod 2000; 70(6) : 431 – 4.
19. Kardy S. Corrosion analysis of stainless steel. Eur J of Scientific Research 2008; 22(4) : 508 – 16.
20. Danai SM et al. Ion release from orthodontic brackets in 3 mouth washes : an in-vitro study. Am J Orthod Dentofasial Orthop 2011; 139 : 730 – 4.
21. Saranya R, Rajendran S, Krishnaveni A, Pandiarajan M, Nagalakshmi R. Corrosion resistance of metals and alloys in artificial saliva – an overview. Eur Chem Bull 2013; 2(4) : 163.
22. Heravi F, Moayed MH, Mokhber N. Effect of fluoride on nickel-titanium and stainless steel orthodontic archwires : an in-vitro study. JDTUMS 2015; 12(1) : 50 – 1.
23. Rajendran S, Paulraj J, Rengan P, Jeyasundari J, Manivannan M. Corrosion behavior of metals in artificial saliva in presence of spirulina powder. J Dent Oral Hyg 2009; 1(1) : 1 – 2.
24. Butarbutar SL, Febrianto. Pengujian mesin edaq untuk mengukur laju korosi. Sigma Epsilon 2009; 13(2) : 54 – 8.
25. Siagian FR, Sulistijono, Susanti D. Pengaruh variasi konsentrasi inhibitor tapioka terhadap laju korosi dan perilaku aktif pasif stainless steel AISI 304 dalam media air laut buatan. 2010.

26. Hussin MH, Kassim MJ. The corrosion inhibition and adsorption behavior of uncaria gambir extract on mild steel in 1 M HCl. *Material Chemistry and Physics* 2011; 125(3) : 461 – 8.

# LAMPIRAN

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum namanya di bawah ini :

Nama : Lisa

NIM : J111 12 261

Judul Skripsi : Efektifitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) dalam  
Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless Steel*

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul skripsi yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi UNHAS.

Makassar, 27 Februari 2015

Staf Perpustakaan FKG-UH



Nuraeda A, S.Sos



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
KAMPUS TAMALANREA  
JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM. 10 MAKASSAR 90245  
Telp. (0411) 586012, psw : 1114,1115,1116,1117, Fax : (0411) 584641  
Website : [www.unhas.ac.id/fkg](http://www.unhas.ac.id/fkg), Email : [mail@fkgunhas.web.id](mailto:mail@fkgunhas.web.id)

## **SURAT PENUGASAN**

No. 275/UN4.14.1/KP.53/2015.

Dari : Wakil Dekan I Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Kepada : 1. Prof. drg. H. Manjur Nasir, Ph. D

2. Lisa ( Stb. J111 12 261 )

Isi : 1. Menugaskan kepada yang tersebut di atas untuk melakukan penelitian dengan judul **“Efektifitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) dalam Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodensi Berbahan *Stainless Steel*”**.

2. Bahwa saudara yang namanya tersebut di atas dipandang mampu dan memenuhi syarat untuk melaksanakan tugas tersebut.

3. Agar Penugasan ini dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dengan penuh rasa tanggung jawab.

4. Segala biaya yang dikeluarkan dibebankan kepada Peneliti.

5. Surat Penugasan ini berlaku Bulan Maret – September 2015, dengan ketentuan bahwa apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat penugasan ini, akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Makassar  
Pada Tanggal : 11 Maret 2015

Wakil Dekan I,

Prof. Dr. drg. Burhanuddin DP, M. Kes  
NIP. 19551214 198603 1 001

Tembusan :

1. Dekan FKG Unhas (Sebagai Laporan)
2. Yang bersangkutan.
3. Arsip.





No : 276 /UN4.14.1/PL.02/2015  
Lamp. : -  
Perihal : Izin Penelitian

11 Maret 2015

Yth.

**Dekan Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin**

**Kepala Lab. Kimia Terpadu Jurusan Kimia Universitas Hasanuddin**

Di Tempat.

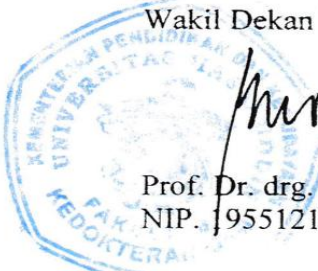
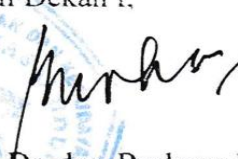
Dengan hormat, disampaikan bahwa mahasiswa Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin bermaksud untuk melakukan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi.

Sehubungan dengan hal tersebut, kiranya dapat diberikan **Izin Penelitian** kepada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi :

Nama : Lisa  
Stambuk : J 111 12 261  
Waktu Penelitian : Maret - September 2015.  
Tempat Penelitian : 1. Lab. Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin  
2. Lab. Kimia Terpadu Jurusan Kimia Universitas Hasanuddin  
Judul Penelitian : **"Efektifitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) dalam Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless Steel*"**

Demikian, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Wakil Dekan I,



Prof. Dr. drg. Burhanuddin DP, M. Kes  
NIP. 19551214 198603 1 001





Yth.

**Kepala Lab. Biokimia Jurusan Kimia Universitas Hasanuddin**

Di Tempat.

Dengan hormat, disampaikan bahwa mahasiswa Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin bermaksud untuk melakukan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi.

Sehubungan dengan hal tersebut, kiranya dapat diberikan **Izin Penelitian berupa bantuan dalam membuat saliva buatan** kepada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi :

Nama : Lisa  
Stambuk : J 111 12 261  
Waktu Penelitian : Maret - September 2015.  
Tempat Penelitian : Lab. Biokimia Jurusan Kimia Universitas Hasanudin  
Judul Penelitian : **"Efektifitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) dalam Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless Steel*"**

Bahan untuk pembuatan saliva buatan:

1. KCl : 0.4 g/l
2. NaCl : 0.4 g/l
3.  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 0.906 g/l
4.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 0.690 g/l
5.  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  : 0.005 g/l
6. Urea : 1 g/l

Saliva buatan ini dibuat sebanyak 4 liter dengan pH larutan sebesar 6.5

Demikian, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Makassar, 9 Maret 2015  
Pembimbing skripsi,

**Prof. drg. H. Mansjur Nasir, Ph. D**  
**NIP 19540625 198403 1 001**





# LABORATORIUM FARMAKOGNOSI-FITOKIMIA

## FAKULTAS FARMASI

### UNIVERSITAS HASANUDDIN

KAMPUS UNHAS TAMALANREA JL. P. KEMERDEKAAN KM.10  
Tlp. 0411 588556, 586200, Ext. 1093, Fax. 0411 590663 MAKASSAR 90245

#### SURAT KETERANGAN BEBAS ALAT

No: 027 /Lab FF/IV/2015

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Lisa

Nim : J111 12 261

Fakultas : Kedokteran Gigi

Judul Penelitian : Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) dalam  
Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonsi Berbahan *Stainless*  
*Steel*


Adalah benar telah melakukan penelitian dan tidak mempunyai pinjaman berupa alat, bahan dan lainnya yang berhubungan dengan kegiatan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

Demikian surat keterangan ini untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 20 April 2015

a.n. Kepala Lab. Farmakognosi-Fitokimia  
Fakultas Farmasi Unhas



  
Abdul Rahim, S.Si., M.Si., Apt.  
Nip. 19771111 200812 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN KIMIA  
LABORATORIUM TERPADU

---

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. H. Syarifuddin Liong, M. Si.

NIP : 19520505 197403 1 002

Menerangkan bahwa :

Nama : Lisa

NIM : J111 12 261

Judul Skripsi : “Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) dalam

Menghambat Laju Korosi Kawat Ortodonti Berbahan *Stainless Steel*

Bahwa telah melakukan penelitian di Laboratorium Terpadu Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 29 April – 6 Mei dalam rangka penyusunan skripsi.

Dengan demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 11 Juni 2015

Kepala Laboratorium Terpadu Jurusan Kimia

FMIPA Universitas Hasanuddin

**Dr. H. Syarifuddin Liong, M. Si.**

NIP. 19520505 197403 1 002

## Lampiran 7 Penghitungan Luas Permukaan dan Volume Sampel

Perhitungan Luas Permukaan pada Sampel menggunakan rumus :

$$L = 2 \pi r ( r + t )$$

di mana :

$$\pi = \frac{22}{7}$$

r = jari-jari dari kawat (cm)

t = panjang dari kawat (cm)

sehingga pada sampel ini didapatkan :

$$\begin{aligned} L &= 2 \left( \frac{22}{7} \right) 0.0205 ( 0.0205 + 6.5 ) \\ &= 0.840213 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Volume Sampel menggunakan rumus:

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 t$$

di mana:

$$\pi = \frac{22}{7}$$

d = diameter kawat (cm)

t = panjang dari kawat (cm)

sehingga pada sampel ini didapatkan:

$$\begin{aligned} V &= \left( \frac{1}{4} \right) \left( \frac{22}{7} \right) (0.041)^2 6.5 \\ &= 0.008585107 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



## Lampiran 8 Foto Penelitian

### 1. Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya



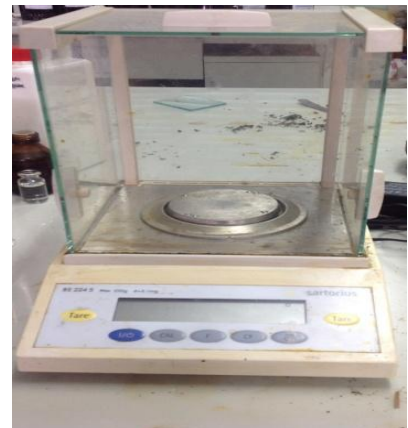
Daun Pepaya



Gelas kimia



Alkohol 70%



Neraca Analitik



Aluminium Foil



Rotavapor



Daun pepaya yang sudah dikeringkan dari oven kemudian dihancurkan hingga menjadi potongan-potongan yang kecil. Setelah itu dimasukkan ke dalam toples yang kemudian dicampurkan dengan alkohol 70% untuk dimaserasi selama 2 hari yang ditutup dengan aluminium foil beserta tutup toples.



Setelah dimaserasi, larutan dari ekstrak daun pepaya kemudian disaring dengan kertas saring yang kemudian dilakukan evaporasi dengan menggunakan rotavapor untuk memisahkan antara pelarut dengan ekstrak daun pepaya.

## 2. Pembuatan Saliva Buatan



Bahan terlebih dahulu diukur dengan neraca analitik



Bahan yang sudah diukur kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian dicampur dengan aquades. Setelah itu dilakukan pengukuran pH larutan dengan menggunakan pHmeter.



### 3. Pengukuran Laju Korosi dengan Alat Potensiostat



Alat Potensiostat



Software Installer Potensiostat

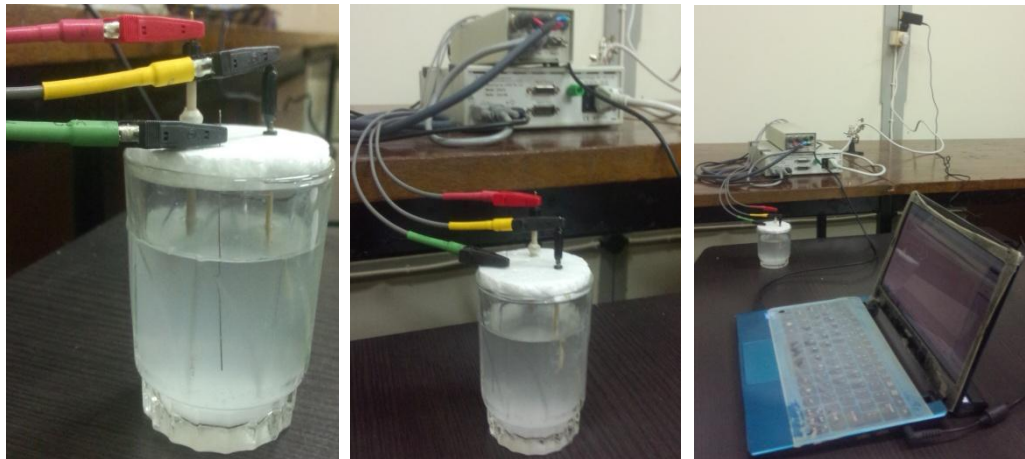


Elektrode Ag/AgCl sebagai elektrode pembanding

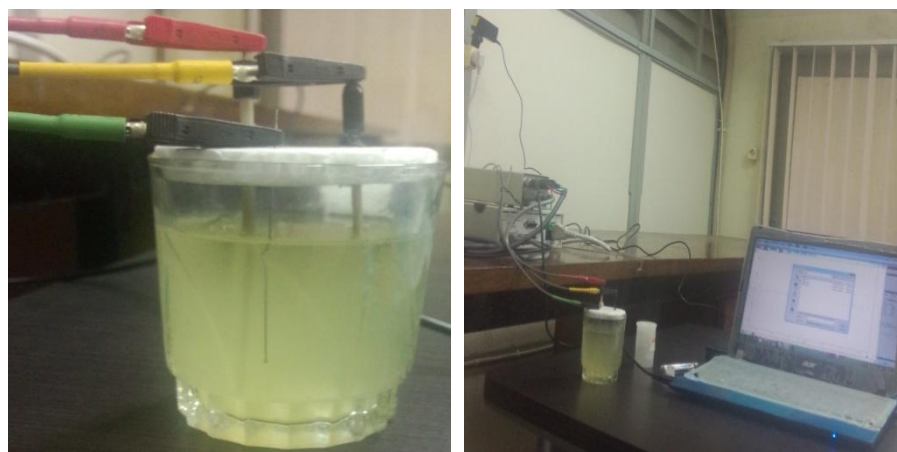




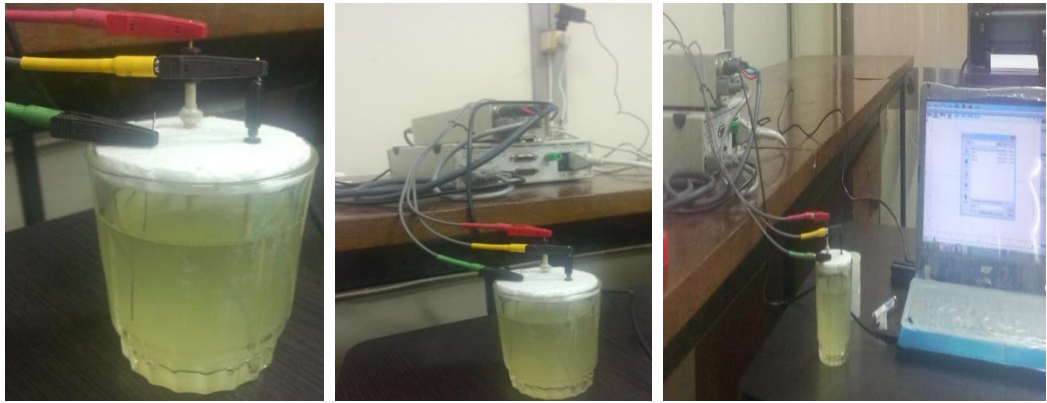
Elektrode Platinum (Pt) sebagai elektrode pendukung



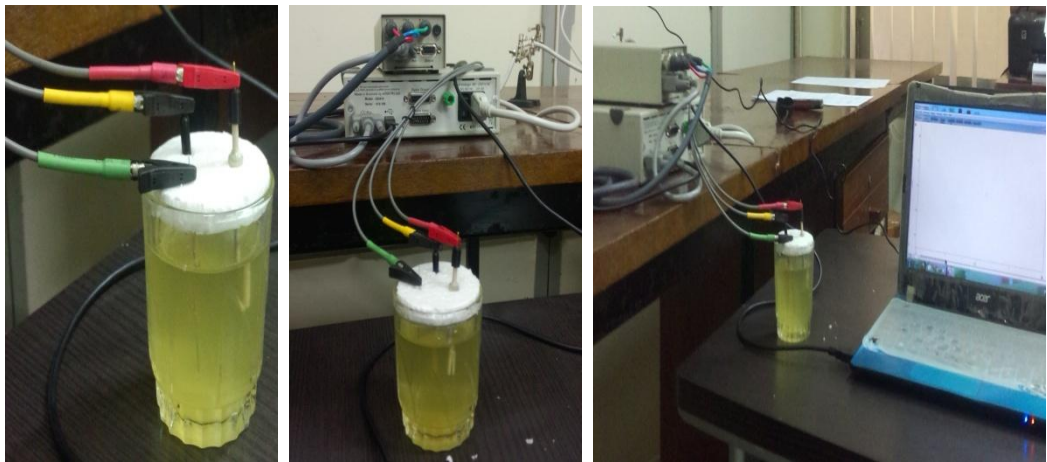
Pengujian kelompok kontrol dengan alat potensiostat



Pengujian kelompok 200 ppm dengan alat potensiostat



Pengujian kelompok 600 ppm dengan potensiostat



Pengujian kelompok 1000 ppm dengan potensiostat

## Lampiran 9 Data Penelitian

**Tabel 1** Data pengukuran kelompok kontrol

Replikasi	Luas Kawat (cm <sup>2</sup> )	Volume Kawat (cm <sup>3</sup> )	Berat ekivalen material (g)	Densitas spesi (g/cm <sup>3</sup> )	<i>Icorr</i>
1	0.840213	0.008585107	0.0639	7.443122018	0.006891889
2	0.840213	0.008585107	0.0651	7.582898957	0.006840721
3	0.840213	0.008585107	0.0634	7.384881626	0.006757533
4	0.840213	0.008585107	0.0638	7.43147394	0.006880958
5	0.840213	0.008585107	0.0633	7.373233548	0.006812686
6	0.775784429	0.007924714	0.0594	7.49553837	0.006894747

**Tabel 2** Data pengukuran kelompok dengan konsentrasi ekstrak daun pepaya 200 ppm

Replikasi	Luas Kawat (cm <sup>2</sup> )	Volume Kawat (cm <sup>3</sup> )	Berat ekivalen material (g)	Densitas spesi (g/cm <sup>3</sup> )	<i>Icorr</i>
1	0.840213	0.008585107	0.0645	7.513010487	0.005510795
2	0.840213	0.008585107	0.0655	7.62949127	0.005417069
3	0.840213	0.008585107	0.0644	7.501462409	0.005450906
4	0.840213	0.008585107	0.0643	7.489714331	0.005511383
5	0.840213	0.008585107	0.0638	7.43147394	0.005505653
6	0.840213	0.008585107	0.0647	7.536306644	0.005511274

**Tabel 3** Data pengukuran kelompok dengan konsentrasi ekstrak daun pepaya 600 ppm

Replikasi	Luas Kawat (cm <sup>2</sup> )	Volume Kawat (cm <sup>3</sup> )	Berat ekivalen material (g)	Densitas spesi (g/cm <sup>3</sup> )	Icorr
1	0.840213	0.008585107	0.0643	7.489714331	0.004386319
2	0.840213	0.008585107	0.0648	7.547954722	0.004474906
3	0.788670143	0.008056793	0.0608	7.546427105	0.004499124
4	0.840213	0.008585107	0.0648	7.547954722	0.004468145
5	0.840213	0.008585107	0.0648	7.547954722	0.004515142
6	0.840213	0.008585107	0.0646	7.524658566	0.004513374

**Tabel 4** Data pengukuran kelompok dengan konsentrasi ekstrak daun pepaya 1000 ppm

Replikasi	Luas Kawat (cm <sup>2</sup> )	Volume Kawat (cm <sup>3</sup> )	Berat ekivalen material (g)	Densitas spesi (g/cm <sup>3</sup> )	Icorr
1	0.840213	0.008585107	0.0635	7.396529705	0.003696267
2	0.840213	0.008585107	0.0638	7.43147394	0.003690104
3	0.840213	0.008585107	0.0634	7.384881626	0.00368702
4	0.840213	0.008585107	0.0636	7.408177783	0.003697388
5	0.840213	0.008585107	0.0640	7.454770096	0.003683739
6	0.840213	0.008585107	0.0638	7.43147394	0.00368488

**Tabel 5** Hasil laju korosi kawat ortodonsi bahan *stainless steel*

Replikasi	Konsentrasi Daun Pepaya			
	Kontrol	200 ppm	600 ppm	1000 ppm
1	$7.69179 \times 10^{-6}$	$6.1504 \times 10^{-6}$	$4.89541 \times 10^{-6}$	$4.12527 \times 10^{-6}$
2	$7.63468 \times 10^{-6}$	$6.0458 \times 10^{-6}$	$4.99428 \times 10^{-6}$	$4.11839 \times 10^{-6}$
3	$7.53068 \times 10^{-6}$	$6.08356 \times 10^{-6}$	$4.71231 \times 10^{-6}$	$4.11495 \times 10^{-6}$
4	$7.67959 \times 10^{-6}$	$6.15106 \times 10^{-6}$	$4.98674 \times 10^{-6}$	$4.12652 \times 10^{-6}$
5	$7.60339 \times 10^{-6}$	$6.14466 \times 10^{-6}$	$5.03919 \times 10^{-6}$	$4.11129 \times 10^{-6}$
6	$7.10306 \times 10^{-6}$	$6.15093 \times 10^{-6}$	$5.03721 \times 10^{-6}$	$4.11256 \times 10^{-6}$

## Lampiran 10 Hasil Olah Data (Hasil SPSS)

EXAMINE VARIABLES=Laju\_korosi\_kawat

/PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT

/COMPARE GROUPS

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

## Explore

### Notes

Output Created		27-May-2015 19:12:52
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	Konsentrasi_pepaya
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.

Cases Used		Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.
Syntax		EXAMINE VARIABLES=Laju_korosi_kawat  /PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT  /COMPARE GROUPS  /STATISTICS DESCRIPTIVES  /CINTERVAL 95  /MISSING LISTWISE  /NOTOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:04.555
	Elapsed Time	00:00:04.820

#### Case Processing Summary

Konsentrasi_pepaya		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kontrol	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%
200 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%
600 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%
1000 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%

### Tests of Normality

Konsentrasi_pepaya		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kontrol	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	.316	6	.062	.726	6	.012
200 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	.365	6	.012	.738	6	.015
600 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	.300	6	.098	.804	6	.064
1000 ppm	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )	.197	6	.200 <sup>*</sup>	.892	6	.328

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

SPLIT FILE OFF.

FREQUENCIES VARIABLES=Konsentrasi\_pepaya

/ORDER=ANALYSIS.

### Frequencies

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:17:35
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24

Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data.
Syntax		FREQUENCIES VARIABLES=Konsentrasi_pepaya  /ORDER=ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.016
	Elapsed Time	00:00:00.014

### Statistics

Konsentrasi\_pepaya

N	Valid	24
	Missing	0

### Konsentrasi\_pepaya

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kontrol	6	25.0	25.0	25.0
	200 ppm	6	25.0	25.0	50.0
	600 ppm	6	25.0	25.0	75.0
	1000 ppm	6	25.0	25.0	100.0
	Total	24	100.0	100.0	



MEANS TABLES=Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya

/CELLS MEAN COUNT STDDEV.

## Means

### Notes

Output Created	27-May-2015 20:18:48	
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	For each dependent variable in a table, user-defined missing values for the dependent and all grouping variables are treated as missing.
	Cases Used	Cases used for each table have no missing values in any independent variable, and not all dependent variables have missing values.
Syntax	MEANS TABLES=Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya  /CELLS MEAN COUNT STDDEV.	
Resources	Processor Time	00:00:00.015
	Elapsed Time	00:00:00.016

### Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) * Konsentrasi_pepaya	24	100.0%	0	.0%	24	100.0%

### Report

Laju korosi (x10<sup>-6</sup>)

Konsentrasi_pepaya	Mean	N	Std. Deviation
Kontrol	7.5405317	6	.22204049
200 ppm	6.1210683	6	.04534386
600 ppm	4.9441900	6	.12501604
1000 ppm	4.1181633	6	.00647079
Total	5.6809883	24	1.32133559

### NPAR TESTS

/K-W=Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(0 3)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:19:25
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPAR TESTS  /K-W=Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(0 3)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.016
	Elapsed Time	00:00:00.015
	Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347

a. Based on availability of workspace memory.

## Kruskal-Wallis Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya		N	Mean Rank
Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )	Kontrol	6	21.50
	200 ppm	6	15.50
	600 ppm	6	9.50
	1000 ppm	6	3.50
	Total	24	

### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )
Chi-square	21.600
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:  
Konsentrasi\_pepaya

## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(0 1)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:20:37
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Cases Used		Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(0 1)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.000

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) Kontrol	6	9.50	57.00
200 ppm	6	3.50	21.00
Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya

## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(0 2)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:21:01
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(0 2)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.000

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )	Kontrol	6	9.50	57.00
	600 ppm	6	3.50	21.00
	Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya



## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(0 3)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:21:22
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(0 3)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.000

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) Kontrol	6	9.50	57.00
1000 ppm	6	3.50	21.00
Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya

## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(1 2)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:23:01
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(1 2)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.015

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) 200 ppm	6	9.50	57.00
600 ppm	6	3.50	21.00
Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya

## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(1 3)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:23:33
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(1 3)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.000

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) 200 ppm	6	9.50	57.00
1000 ppm	6	3.50	21.00
Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya

## NPART TESTS

/M-W= Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya(2 3)

/MISSING ANALYSIS.

## NPar Tests

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:24:23
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPART TESTS  /M-W= Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya(2 3)  /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.015
	Elapsed Time	00:00:00.015

Number of Cases Allowed <sup>a</sup>	112347
--------------------------------------	--------

a. Based on availability of workspace memory.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

Konsentrasi_pepaya	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> ) 600 ppm	6	9.50	57.00
1000 ppm	6	3.50	21.00
Total	12		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Laju korosi (x10 <sup>-6</sup> )
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi\_pepaya



ONEWAY Laju\_korosi\_kawat BY Konsentrasi\_pepaya

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).

## Oneway

### Notes

Output Created		27-May-2015 20:25:47
Comments		
Input	Data	C:\Users\USER\Documents\Lisa.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY Laju_korosi_kawat BY Konsentrasi_pepaya  /MISSING ANALYSIS  /POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.016
	Elapsed Time	00:00:00.015

## ANOVA

Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.821	3	13.274	792.120	.000
Within Groups	.335	20	.017		
Total	40.156	23			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )

LSD

(I) Konsentrasi_pepaya (J) Konsentrasi_pepaya		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Kontrol	200 ppm	1.41946333 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	600 ppm	2.59634167 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	1000 ppm	3.42236833 <sup>+</sup>	.07473783	.000
200 ppm	Kontrol	-1.41946333 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	600 ppm	1.17687833 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	1000 ppm	2.00290500 <sup>+</sup>	.07473783	.000
600 ppm	Kontrol	-2.59634167 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	200 ppm	-1.17687833 <sup>+</sup>	.07473783	.000
	1000 ppm	.82602667 <sup>+</sup>	.07473783	.000

1000 ppm	Kontrol	-3.42236833 <sup>*</sup>	.07473783	.000
	200 ppm	-2.00290500 <sup>*</sup>	.07473783	.000
	600 ppm	-.82602667 <sup>*</sup>	.07473783	.000

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Laju korosi ( $\times 10^{-6}$ )

LSD

(I) Konsentrasi_pepaya (J) Konsentrasi_pepaya		95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	200 ppm	1.2635629	1.5753637
	600 ppm	2.4404413	2.7522421
	1000 ppm	3.2664679	3.5782687
200 ppm	Kontrol	-1.5753637	-1.2635629
	600 ppm	1.0209779	1.3327787
	1000 ppm	1.8470046	2.1588054
600 ppm	Kontrol	-2.7522421	-2.4404413
	200 ppm	-1.3327787	-1.0209779
	1000 ppm	.6701263	.9819271
1000 ppm	Kontrol	-3.5782687	-3.2664679
	200 ppm	-2.1588054	-1.8470046
	600 ppm	-.9819271	-.6701263